

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí

Pasivní domy, legislativa a podpůrné programy

Passive houses, legislation, and support programs

Bakalářská práce

Řešitel: Klára Švaříčková

Vedoucí: Ing. Luboš Matějček, Ph.D.

srpen 2015

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Pasivní domy, legislativa a podpůrné programy“ jsem vypracovala samostatně a veškerou použitou literaturu a další prameny jsem řádně označila a uvedla v příloženém seznamu.

V dne.....

Podpis.....

Poděkování:

Děkuji svému školiteli, Ing. Luboši Matějčíkovi, Ph.D., za odborné konzultace a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat svému příteli a rodině, kteří mi pomohli se šířením dotazníku k této práci.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou pasivních domů. Shrnuje jejich historii a vývoj ve světě. Předkládá ekologické, ekonomické a další důvody pro výstavbu. Práce srovnává pasivní domy s běžnou výstavbou a dalšími úspornými domy. Pojednává o vhodné poloze pozemku a o zónování v závislosti na slunečním záření. Ukazuje, jaké postupy a komponenty použít, aby se docílilo požadovaných parametrů. Navrhuje zdroje energie, které jsou pro pasivní domy vhodné. Zabývá se informačními a podpůrnými programy v ČR i ve světě. Nastiňuje informovanost a názory lidí na výstavbu pasivních domů a jakým směrem se bude ubírat stavba pasivních domů v ČR. Cílem je předložit ucelené informace o tom jak a kde postavit pasivní dům, aby se docílilo požadovaných parametrů. Ukázat různé motivace pro jeho výstavbu. Práce rovněž poskytuje informace o dotačních programech, jak je výstavba pasivních domů podporována a jaká je odezva.

Abstract

The topic of this paper is passive houses. It shows the history of these buildings and presents economical and ecological reasons to build them. The paper also compares them with ordinary buildings. It discusses the importance of the right choice of the land and the house placement because of its solar radiation dependence. It shows, what components and procedures to use to achieve demanded parameters. It suggests right energy resources, which are suitable for passive houses. Informational and support programmes from Czech, but also from the whole world are being showed. It shows the level of basic knowledge of this topic among people and also their will to build these houses. The main goal is to present organised Informations about where how and why to build passive house. The paper also contains information about support Programmes and theirs feedback.

Obsah

Abstrakt	4
Úvod	8
Některé důležité pojmy	9
Seznam zkratk.....	10
1. Historický vývoj pasivních a nízkoenergetických domů	11
1.1 Co je to pasivní dům	11
1.2 Vývoj	11
1.3 Ekonomicko-politické důvody vývoje nízkoenergetických a pasivních domů	13
1.4 Paralelní vývoj nízkoenergetických a pasivních domů v různých státech.	13
2. Rozdělení budov	17
2.1 Dosud běžná výstavba	17
2.2 Nízkoenergetický dům	17
2.3 Pasivní dům	17
2.4 Domy s nulovou potřebou tepla na vytápění.....	17
2.5 Domy s energetickým přebytkem	17
3. Důvody pro výstavbu.....	19
3.1 Ekologické důvody pro výstavbu EPD.....	19
3.2 Další výhody.....	21
3.3 Finanční úspora	21
4. Zásady při navrhování domu	22
4.1 Hodnocení pasivního domu.....	22
4.2 Volba pozemku, umístění budovy	22
4.3 Tvar a půdorys budovy	23
4.4 Dispoziční řešení.....	23
5. Základní stavební prvky	25
5.1 Tepelná izolace obvodového pláště budovy	25
5.1.1 Obvodové stěny.....	25
5.1.2 Střecha.....	26
5.1.3 Podlahová deska.....	27
5.1.4 Okna	27
5.1.5 Tepelný most	28
5.2 Koncepce neprůvzdušnosti.....	28
5.2.1 Blower – Door – Test	29

5.3 Větrací systém se zpětným získáváním tepla	29
5.3.1 Princip větracího zařízení s rekuperací.....	29
5.3.2 Účinnost výměníku tepla	30
5.3.3 Zemní výměník tepla	31
6. Zbytkové vytápění a příprava teplé vody	32
6.1 Vhodné zdroje energie pro pasivní domy	32
6.1.1 Elektřina.....	32
6.1.2 Plynový kotel se zásobníkem tepla.....	32
6.1.3 Tepelné čerpadlo	33
6.1.4 Kotel na biomasu	33
6.1.5 Solární systémy.....	33
7. Podpůrné programy	36
7.1 Zelená úsporám, obecné informace.....	36
7.1.1 Cíle programu	36
7.1.2 Řídící orgány	36
7.1.3 Legislativa	37
7.1.4 Financování.....	37
7.1.5 Co je nutné předložit	37
7.1.6 Přehled oblastí podpory	38
7.1.7 Požadavky na podporu výstavby v oblasti B.....	39
7.2 První vlna programu Zelená úsporám	40
7.2.1 Výsledky.....	40
7.3 Nová zelená úsporám 2013	41
7.3.1 Výsledky.....	41
7.4 Nová zelená úspora 2014 – 2020	41
7.5 CEPHUS.....	41
7.6 Klima aktiv	42
7.8 Minergie-P	42
7.9 Institut Veronica	42
7.10 Centrum pasivního domu	42
8. Vývojové trendy pasivních domů v ČR	44
9. Dotazníkový průzkum	45
9.1 Výsledky.....	45
Závěr	46

Seznam citované a použité literatury a internetových zdrojů	47
Seznam příloh.....	51

Úvod

V dnešní době se stále mluví o globálních problémech této planety. Ohledně tenčících se zásob fosilních paliv bylo v minulosti vypracováno mnoho studií, podle některých by už teď měly být zásoby vyčerpány. To se sice doposud nestalo, ale na jak dlouho nám vydrží, nedokážeme přesně říct, nicméně že ta chvíle nastane, můžeme tvrdit se stoprocentní jistotou. Dalším diskutovaným problémem jsou emise skleníkových plynů vypouštěných do ovzduší, čímž se umocňují globální klimatické změny. Našly by se jistě mnohá další témata, ale pojďme poodhalit příčinu zmíněných dvou a nastínit možné zlepšení situace. Původem řečených problémů je fakt, že naše společnost je silně konzumní a spotřeba energie na osobu stoupá. To urychluje úbytek fosilních paliv a s tím zároveň emisi plynů. Tyto dva faktory je potřeba omezit a toho by šlo dosáhnout tak, že každý člověk bude pracovat na omezení své uhlíkové stopy. To je pochopitelně spojeno s omezením spotřeby energie u každého jednotlivce. Málokdo je ale ochotný začít u sebe, protože má buďto pocit, že jeho se globální problémy netýkají, nebo věří tomu, že omezením pouze svojí spotřeby globálně ničeho nedosáhne. Původně se hledalo řešení, které by šetřilo fosilní paliva (z ekonomických, nikoliv ekologických důvodů), ale zároveň by neomezovalo jednotlivce ve stylu života. Jako velký prostor pro úspory se ukázal provoz domácnosti. Byly navrženy první pasivní domy s velmi malými nároky energie na vytápění a tím se položil základ nové generaci bydlení, která je velmi šetrná k přírodnímu prostředí a zároveň nenáročná na spotřebu fosilních paliv. Moderní pasivní domy se neustále vyvíjejí, nacházejí se stále efektivnější metody výstavby a možnosti technického vybavení, nicméně už dnes lze s jistotou říci, že pasivní dům je investice, která nejenže šetří finanční prostředky a má reálnou návratnost v řádu desítek let, ale šetří i životní prostředí, a to aniž by se jednatel musel nějak zásadně omezovat ve svojí spotřebě. Ve chvíli, kdy toto můžeme říci, tak máme velkou naději, že lidstvo našlo instrument, kterým může planetu začít více chránit před svojí vlastní činností. Pasivní domy vyžadují větší náklady na stavbu nežli běžná novostavba. Tato počáteční investice se díky absenci vytápění vrátí, návratnost se uvádí okolo dvou desítek let. Je to docela dlouhý horizont a mnoho lidí odradí. Nebudou ochotni investovat více a čekat, jestli se vůbec úspor dočkají. Takové lidi je třeba finančně motivovat v jejich snažení. Vládou je vyvinut program, který rozděluje peníze na rozvoj opatření, které povedou ke snížení potřeby energie v rodinných a bytových domech, tedy i výstavba pasivních domů. Dotace touto formou jsou účinné a je o ně velký zájem.

Některé důležité pojmy

Roční měrná potřeba tepla na vytápění- je veličina, která charakterizuje tepelně-izolační vlastnosti budovy. Jde o energetický výstup z objektu, který je dán ztrátami obálky. Čím menší hodnotu veličina má, tím má budova lepší tepelně-izolační vlastnosti. Vyjadřuje se v jednotkách $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$, vyjádřeno slovy je to množství tepla, které je vztaženo na jednotku zastavěné plochy budovy za rok. Nedá se ovlivnit ani tepelnými zisky, ani vhodným systémem vytápění.

Roční měrná spotřeba tepla na vytápění- je veličina, která charakterizuje energetickou náročnost budovy. Spotřebu tepla ovlivňuje například účinnost topného systému a tepelné zisky. Udává se v $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$, vyjádřeno slovy je to množství tepla, které je vztaženo na jednotku zastavěné plochy budovy za rok.

Neobnovitelná primární energie - pochází z neobnovitelných zdrojů energie. Za neobnovitelný zdroj je obvykle považován takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle.

Poměr A/V - poměr plochy vnějších ochlazovaných konstrukcí v $[\text{m}^2]$ budovy k jejímu vytápěnému objemu $[\text{m}^3]$. Čím nižší je hodnota A/V , tím úspornější budova je.

Tepelná vodivost tepelně izolačních materiálů – schopnost materiálu přenášet teplo z teplé strany konstrukce na chladnou stranu.

Tepelný most - je místo v konstrukci, kde dochází k větším tepelným tokům než v jeho okolí. Projevuje se chladnějším povrchem.

Parobrzda či parozábrana - je materiál či konstrukce s omezenou až téměř nulovou propustností vodní páry.

Obchod s emisními jednotkami AAU – AAU představují emise skleníkových plynů, státům je přidělené určité množství, které může vypustit do ovzduší, s přebytky může dále obchodovat.

Součinitel prostupu tepla U - charakterizuje izolační schopnost stavebního materiálu u jednotlivých konstrukčních částí obálky. Měří se u obvodových stěn, stropů, střechy a případných sklepních prostorů. Vyjadřuje tepelný výkon procházející plochou 1m^2 materiálu

při teplotním rozdílu před a za bariérou 1 K. Udává se v jednotkách $[W/(m^2.K)]$. Čím je U menší, tím je izolační schopnost materiálu větší.

Tepelná vodivost - je schopnost daného materiálu vést teplo. Představuje rychlost, s jakou se teplo šíří z jedné zahřáté části látky do jiných, chladnějších částí. Je charakterizována součinitelem tepelné vodivosti, který se udává v $[W/(m.K)]$.

Celková intenzita výměny vzduchu $n_{50} [h^{-1}]$ – udává míru vzduchotěsnosti pláště budovy. Stanovuje se jako podíl množství vzduchu vztaženého na celkový objem interiéru, který pronikne netěsnostmi obvodového pláště za jednu hodinu při přetlaku 50 Pa. Čím menší je tato hodnota, tím je větší vzduchotěsnost stavby.

Rekuperace – zpětné získávání tepla.

U_{pas} – je součinitel prostupu tepla u jednotlivých konstrukcí, který se používá v dotačním programu Zelená úsporám, upravuje jej ČSN 73 0540.

Seznam zkratek

EPD - energeticky pasivní dům

NED - nízkoenergetický dům

PHPP - Passivhaus-Projektierungspaket, nástroj pro návrh a hodnocení pasivních domů.

TČ - tepelné čerpadlo

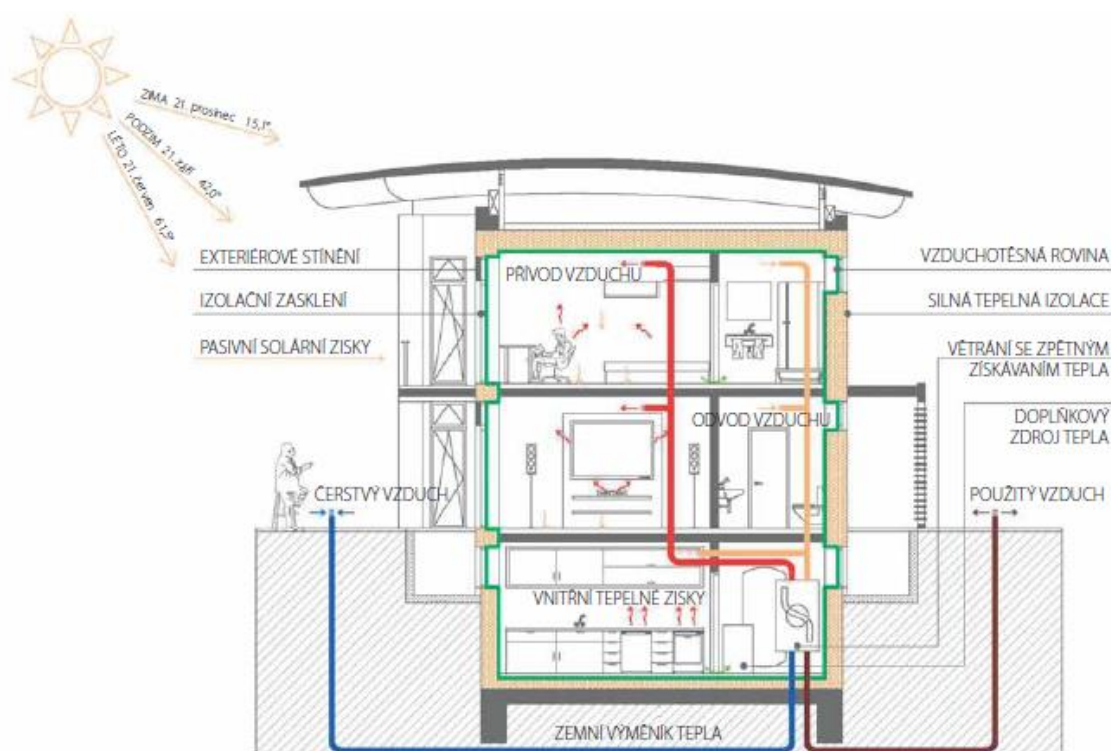
CPD - centrum pasivního domu

TNI - technická normalizační informace

1. Historický vývoj pasivních a nízkoenergetických domů

1.1 Co je to pasivní dům

Pasivní domy se řadí do podskupiny nízkoenergetických domů. Jsou velmi kvalitně izolované a mají takové prvky, které zabrání úniku tepla ven z domu. Využívají tepelných zisků ze slunečního záření, tepla vyzařovaného lidmi a elektrickými spotřebiči. Díky tomu nepotřebují téměř žádnou energii na vytápění. Na ohřev vody využívají především obnovitelné zdroje energie. Aby se mohly nazývat pasivními, musí splňovat určitá kritéria. Nejobtížnější je správně pasivní domy navrhnout a kvalitně je postavit. Bydlení v nich je příjemné a úsporné. (Feist et al., 2005)



Zdroj: Pasivní rodinné domy, 2015.

Obr. 1.1: Schéma pasivního domu

1.2 Vývoj

Může se zdát, že pasivní domy (EPD) a nízkoenergetické domy (NED) jsou výdobytkem moderní doby, ale není tomu tak. Ačkoli jsou v nich dnes použity nové technologie, část ze základních principů je stará stovky let. V některých klimatických oblastech světa není nutné v budovách vytápění a ani aktivní chlazení např. v Číně,

Portugalsku, Iránu. “Pasivní domy“ tam byly stavěny, ačkoli nebyly takové, jaké je známe dnes. (Ionescu et al., 2015)

Předchůdci pasivních domů, kteří se vyvinuli i v chladných oblastech např. na Islandu, neměli dostatek oken, ani odpovídající větrání. Island je od středověku velmi málo zalesněn, a proto byla snaha co nejvíce šetřit dřevem na topení. Na stavbu domů se používala hlína, tráva, mech aby co nejvíce izolovaly a minimalizoval se únik tepla. Tyto domy by samozřejmě nesplnily dnešní kritéria, ale jsou to zajímavé příklady. (Ionescu et al., 2015)

Zajímavostí je, že jako první plně funkční “pasivní dům“ byla označena polární loď “Fram“ z roku 1883. V dobovém materiálu byla popsána její konstrukce. Boky lodi byly kvůli zpevnění lemované asfaltovými pláty, směrem do vnitřku lodi následovala korková výplň, silná vrstva plsti, vzduchotěsné linoleum a nakonec vnitřní obložení. Strop kajut byl silný přibližně 40 centimetrů. Střešní okno, které bylo nejvíce vystavené chladu, bylo chráněno třemi panely skla. Dále je popisováno, že ač bylo 22° C nad či pod nulou, teplota byla uvnitř lodě konstantní a nebylo nutné přitápět ohněm. Nutné větrání pak bylo řešeno za pomoci směrování menších plachet směrem na ventilátor, který v případě potřeby vháněl do interiéru čerstvý vzduch. Na ohřev místnosti si vystačili pouze s hořící lampou a teplem z jejich těl. (Ionescu et al., 2015)

Bo Adamson jako první klasifikoval (1992) tyto domy jako pasivní. Otázkou bylo, jak převést principy do evropského stavebnictví. Díky němu vznikl výzkumný projekt, který se tímto problémem zabýval. Zprvu byly NED a EPD vytvářeny pouze jako experimenty pro ověření teorií. Standard pasivního domu vznikl v diskuzi mezi profesorem Bo Adamsonem z University Lund ve Švédsku a Wolfgangem Feistem z Institut für Wohnen und Umwelt v Německu v roce 1988. Projekt byl následně vyvíjen jako mnoho jiných výzkumných záměrů. (Müller and Berker, 2013)

Výzkumníci z Institutu pasivního domu v Darmstadtu tvrdí, že domy nebyly nikým vynalezeny, princip jejich fungování byl spíše postupně objevován a rozvíjen. Pokrok v technice umožnil jejich rozšíření do celého světa. (Ionescu et al., 2015)

1.3 Ekonomicko-politické důvody vývoje nízkoenergetických a pasivních domů

V 70. letech minulého století nastala energetická krize, protože v roce 1973 snížily arabské státy kvůli vojenskému konfliktu těžbu a vývoz ropy. Západní státy a Japonsko se tak dostaly do nepříjemné situace. Například Německo krylo do té doby svou potřebu energie z 55 % dovozem ropy, která pocházela ze tří čtvrtin z arabských zemí. V roce 1975 se politická i hospodářská situace uklidnila, tato první ropná krize ukázala západním státům, jak moc závislé jsou na dovozu ropy ze zemí, kde je nestálá politická situace. (Energetická krize, 2013) Státy začaly hledat alternativní zdroje energie a snažily se o její úsporu, proto započal v Německu v 70. letech intenzivní výzkum a stavění NED a EPD. Charakteristické pro Německo je hledání cest, jak omezit zimní únik tepla okny a jak ohřívat domy převážně, ne-li výlučně, slunečním zářením. (Feist et al., 2005)

Ve Švédsku se snažili dosavadní závislost na ropě také omezit. Nové budovy se začaly stavět s velmi silnými izolačními vrstvami, byly kladeny velké požadavky na vzduchotěsnost, standardem se stalo řízené mechanické větrání. Běžná švédská výstavba by tehdy na kontinentě byla považována za mimořádně nízkoenergetickou. Zateplovaly a upravovaly se i již dříve postavené budovy. (Persson and Gronkvist, 2014)

Země nacházející se v teplejších oblastech tento trend příliš neovlivnil, otázkou je jak významnou roli tyto úspory v jižních státech hrají. (Hollan, 2001)

1.4 Paralelní vývoj nízkoenergetických a pasivních domů v různých státech. Německo

V 70. letech se a rozběhl program výzkumu energeticky šetrných domů v Německu. Prováděli ho např. H. Hörster, B. Steinmüller a další. Jejich super-izolovaný experimentální dům vytvořený v roce 1975 byl financován ministerstvem. Vybaven byl zemními výměníky tepla, řízeným větráním, solární technikou a tepelnými čerpadly. Sloužil jako testovací a kalibrační objekt pro počítačové modely, které si kladly za cíl prozkoumat možnosti energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů. Studie ukázaly velkou úsporu energie a byly důležitým krokem k energeticky úsporným budovám.

Ve Freiburgu byl postaven v roce 1992 energeticky soběstačný solární dům, který byl velmi podobný pasivnímu. Komplikovaná technologie na soběstačnost vyžadující skladování vodíku se neosvědčila a byla použita jen po dobu měření. Pasivní technologie a rekuperace tepla se ale ukázaly jako účinné. (Ionescu et al., 2015)



Zdroj: FEIST, Wolfgang, 2006. 15th Anniversary of the Darmstadt.

Obr. 1.2: Energeticky soběstačný solární dům ve Freiburgu

Mezinárodní tým vědců se podílel v Darmstadt Kranichstein na velkém projektu “pasivní dům – přípravný a výzkumný projekt“. Byly vyvinuty prototypy nových stavebních prvků včetně izolace okenních rámců, snížení tepelných mostů a regulovaného větrání. (Müller and Berker, 2013) V roce 1991 byly postaveny čtyři bytové jednotky prvních EPD. Ty byly obsazeny a uživatelé sledovali např. kvalitu vnitřního ovzduší, množství zdrojů tepla atd. a své poznatky dále poskytli vývojářům. Domy jsou dodnes obývané, byla potvrzena bezchybná funkčnost všech základních komponent. Naměřená měrná roční potřeba energie je dokonce menší než $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, úspory energie oproti běžným budovám jsou více než 90%. V těchto domech je velmi dobrá kvalita vnitřního ovzduší a vysoká úroveň tepelného komfortu. Komponenty v tomto komplexu byly tak kvalitní a unikátní, že se staly předlohou pro další výrobní série. Sám Feist později řekl, že vize EPD byla zprvu chápána pouze jako teoretický cíl. (Ionescu et al., 2015)



Zdroj: FEIST, Wolfgang, 2006. 15th Anniversary of the Darmstadt.

Obr. 1.3: Pasivní dům v Darmstadt Kranichstein

Dánsko

V roce 1973 byl postaven, za účasti prof. Vagn Korsgaarda, EPD na půdě Technické Univerzity v Denmarku. Později byl využit jako kolej pro univerzitu. Na jeho střeše byly velké solární panely, které s postupem času přestaly být funkční, nové nebyly zavedeny a tak se z pasivního stal pouze nízkoenergetický dům. Zkušenosti z tohoto projektu byly přímo začleněny do výzkumu týkajícího se EPD. (Esbensen and Korsgaard, 1977)

Spojené státy americké

V severní Americe probíhal v 70. A 80. letech projekt “super – izolovaných domů“, které byly velmi blízko pasivním. Američan William Shurcliff je autorem mnoha publikací na toto téma.

Amory Lovins, vydal mnoho publikací o alternativních zdrojích energie a podílel se na postavení extrémně dobře izolovaného domu se solárními panely v Coloradu v nadmořské výšce 2164 m.n.m. a je uváděno, že mu v zimní zahradě vzkvétala tropická vegetace. Byl to on, kdo navrhl, že EPD by měl být považován nejen jako výzkumný projekt, ale také jako standard energetické budoucnosti. (Ionescu et al., 2015)

Švédsko

Švédsko vydělalo cestu pro úspěch NED. Vědci sbírali zkušenosti a naučili se konstruovat tyto domy správným způsobem použitím prvků, jako je vysoká úroveň vzduchotěsnosti, velmi dobrá tepelná izolace a spolehlivá mechanická ventilace. Hans Eek byl vedoucím průkopníkem NED a PED domů ve Švédsku. (Ionescu et al., 2015)

2. Rozdělení budov

Budovy dělíme podle jejich tepelně-izolačních vlastností. Podle hodnoty roční měrné potřeby tepla na vytápění lze budovy rozdělit na starší domy, dosud běžnou výstavbu, nízkoenergetické, pasivní, s nulovou potřebou tepla na vytápění a na budovy s energetickým přebytkem. (Tywoniak, 2008)

2.1 Dosud běžná výstavba

Roční měrná potřeba tepla na vytápění se u běžné výstavby pohybuje v rozmezí 80-140 kWh/(m².a).

U starších budov může být roční měrná potřeba na vytápění až dvojnásobná než u obvyklých novostaveb. (Tywoniak, 2008)

2.2 Nízkoenergetický dům

Nízkoenergetický dům je dle ČSN 730540:2 takový, který svou roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahuje 50 kWh/(m².a). (Tywoniak, 2008)

2.3 Pasivní dům

Za pasivní domy jsou označovány budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m².a). Roční měrná spotřeba tepla u pasivních domů nesmí překročit 120 kWh/(m².a). (Tywoniak, 2008)

2.4 Domy s nulovou potřebou tepla na vytápění

Jako nulový dům je označován ten, který má potřebu tepla skutečně blízkou nule. Někdy to bývají domy, které mají potřebu tepla na vytápění menší než 5 kWh/(m².a). Bývají to větší administrativní budovy, kde se shlukuje více lidí a jsou tu kancelářské technologie produkující větší množství tepla. (Tywoniak, 2008)

2.5 Domy s energetickým přebytkem

Za zmínku stojí též domy, které mají nulovou potřebu tepla a zároveň jsou schopny vyprodukovat více energie, než kolik samy spotřebují. Takovéto domy se označují jako „Energie-plus“ nebo „domy s energetickým přebytkem“. Takového domu docílíme například tak, že EPD vybavíme velkoplošnou integrací fotovoltaických systémů. Elektrická energie

z těchto systémů může být využita pro vlastní spotřebu nebo dodávaná do rozvodné sítě.
(Tywoniak, 2008)

Tab. 1: Základní rozdělení budov dle roční měrné potřeby tepla

Kategorie	Roční měrná potřeba tepla/ [kWh/(m ² .a)]
Starší budovy	Hodnoty nad 200 nejsou výjimečné
Dosud běžná výstavba	80-140
Nízkoenergetický dům	≤50
Pasivní dům	≤15
Domy s nulovou potřebou tepla na vytápění	<5
Energeticky nulový dům	0
Domy s energetickým přebytkem	soběstačné, schopny dodávat elektřinu do sítě

Zdroj: TYWONIAK, Jan, 2008. Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady, s. 40.

3. Důvody pro výstavbu

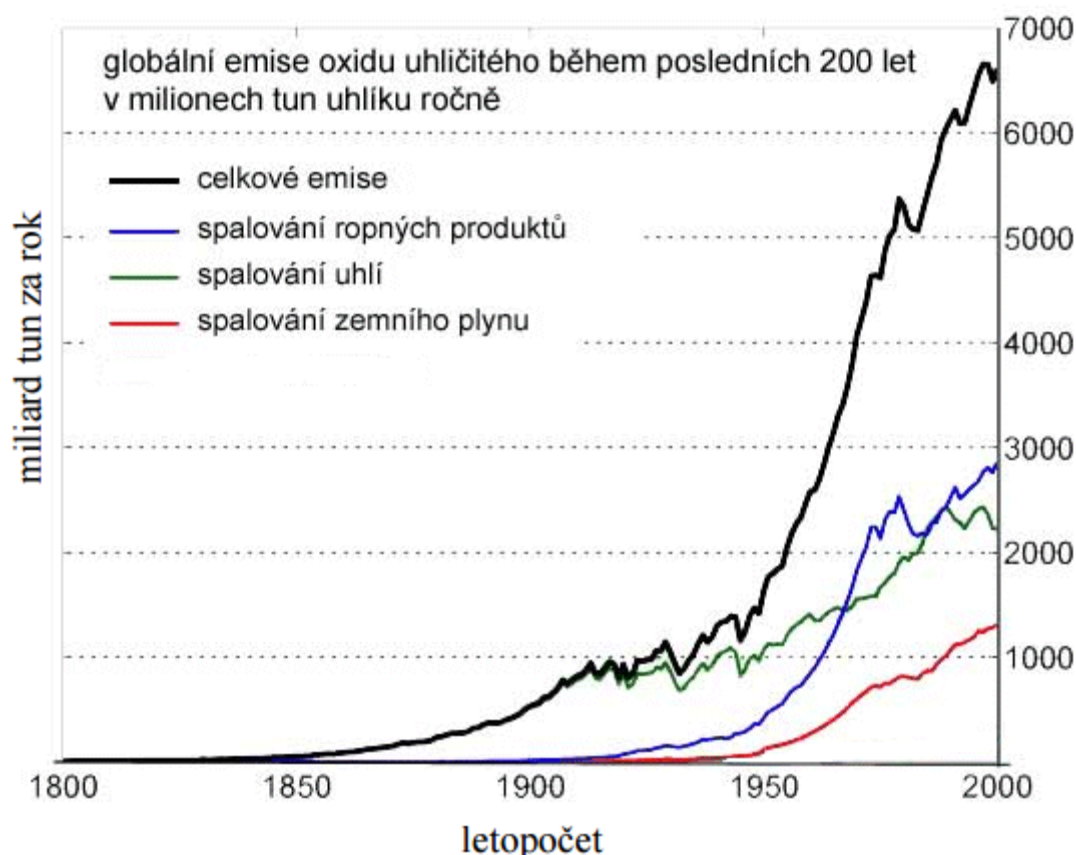
3.1 Ekologické důvody pro výstavbu EPD

Nikdo nepochybuje o tom, že bychom se měli chovat šetrně k životnímu prostředí. U staveb by se proto měla brát v potaz nejen jejich cena, ale i to jak je jejich provoz šetrný k životnímu prostředí. (Hollan, 2001)

Je prokázán podíl spalování fosilních paliv na změny klimatu. Do ovzduší se dostává více skleníkových plynů jako je oxid uhličitý (CO_2). CO_2 v atmosféře absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by jinak uniklo do vesmírného prostoru. To umocňuje skleníkový efekt a má za následek změny klimatu. Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře se neustále zvyšuje. (Zecca and Chiari, 2010)

Pokud si klademe za cíl omezit, či se rovnou zbavit závislosti na fosilních palivech, odpovědi oboru stavebnictví musejí být takové stavby, u kterých je potřeba vnějšího zásobování domu energií snížena do takové míry, jak je to jen technicky možné. Provoz budov je největší jednotlivou položkou ve spektru užití energie každé národní ekonomiky a představuje až 40 % celkové spotřeby. Proto je třeba si uvědomit, že v provozu budov je velký potenciál úspor. (Mohamed et al., 2014)

Tepelné elektrárny mají největší podíl na výrobě elektrické energie v ČR a to více než 57 %, jaderná energie má podíl přibližně 33 %, plyn 4 %, větrné a solární elektrárny pouze 0,46 %, vodní elektrárny 3,63 %, biomasa 1,74 %. (údaje k r. 2010). Naše země je příliš závislá na spalování fosilních paliv a nemá potenciál k tomu, aby většinu elektrické energie vyráběla z obnovitelných zdrojů, jaderná energie s sebou nese problémy s uskladněním vyhořelého paliva a vyčerpatelnosti štěpných materiálů. (Archalous, 2010)



Zdroj: Integrovaný registr znečištění, Oxid uhličitý.

Obr. 3.1: Roční emise a růst obsahu CO₂ v ovzduší

Výstavba nových EPD či přestavba již stávajících domů na pasivní je ideálním řešením z dlouhodobého hlediska, jelikož úspora energie je trvalá. Životnost EPD se nijak neliší od normálního domu. Dokonce může být životnost i vyšší, vezmeme-li v úvahu pečlivější přípravu projektu, odborný dohled nad stavbou, kvalitně odvedenou práci a kvalitní materiál, který je na stavbu použit. (Mohamed et al., 2014) U fotovoltaických panelů, jsou-li použity, je životnost limitovaná. Životnost je přibližně 20 let s poklesem účinnosti o 2% ročně. (Bechlík, 2011)

Výběr materiálu a technologií pro standard EPD není nijak ekologicky omezen. Z dlouhodobého hlediska by měly být na stavbu EPD vybírány přednostně materiály a technologie, které budou šetrné k přírodě. (Hudec et al., 2013)

3.2 Další výhody

Výhodou je automatický stálý přísun čerstvého vzduchu bez průvanu. Ten je zajištěn řízeným větráním a odvětrávání odpadního tepla tzv. tepelnou rekuperací. Díky speciálním filtrům je možné se zbavit pylu a dalších alergenů. Do budovy neproniká skrz otevřená okna při větrání hluk a emise z dopravy.

V místnostech nejsou chladné kouty ani rozdílné teploty, všude v místnosti je teplota stejná a stálá. Příjemně je zde v létě i v zimě. (Feist et al., 2005)

Dnes musí při prodeji či pronájmu budovy majitel předložit průkaz energetické náročnosti. Hodnota takového EPD je díky potencionálním úsporám trvale zvýšená. (Urban and Kabele, 2013)

EPD může skvěle posloužit i v případě krize, při totálním výpadku energie. Velmi pomalu se ochlazuje, pokud by nebyl dostatek slunečního záření, byl by schopný udržet teplotu interiéru po dobu jednoho měsíce okolo 13-15 °C. K vytopení malého dětského pokoje by stačilo pouze 5 zapálených čajových svíček. (Hollan, 2008)

3.3 Finanční úspora

Největší motivací občanů k výstavbě EPD bývá úspora peněz za vytápění. Výstavba je dražší než u obyčejné novostavby, a proto mnohé zajímá návratnost. EPD je dražší díky kvalitnějším komponentům, větší preciznosti při navrhování, umístění a nakonec při samotné realizaci stavby. Uvádí se, že je EPD dražší než jiná novostavba o 5-15%. Dům jako takový je dlouhodobou investicí. Oproti stávajícím domům spotřebuje EPD až desetkrát méně energie na topení. Finanční návratnost se uvádí okolo 20 let. Pokud je dům financován hypotékou, je nutno započítat úroky z částky, o kterou se navýší koupě pasivního domu oproti standardu. Na výstavbu je také možné získat dotaci. (Galvin, 2014)

Existují internetové kalkulačky, které poskytují rámcovou představu o tom, kolik bude EPD stát a jaká bude jeho návratnost například i s hypotékou. (Cena dřevostavby, 2015)

4. Zásady při navrhování domu

Při navrhování EPD musíme brát v potaz několik věcí. Použití sebelepších prvků samo o sobě pasivní dům nezajistí. Je potřeba udělat správný návrh, který bude v souladu s pozemkem, na kterém EPD bude stát, přičemž kvalitním projektem lze pozitivně ovlivnit jeho cenu a hlavně funkčnost. Je potřeba optimalizovat prvky jako jsou tvar, velikost budovy, oken a jejich orientace vzhledem ke světovým stranám, větrání, ohřev vody a vnitřní uspořádání. (Schnieders et al., 2015)

4.1 Hodnocení pasivního domu

Posuzují se podle dvojí metodiky. Pro hodnocení se používá technická normalizační informace TNI 73 0329 a metodika PHPP, která vznikla v Institutu pasivního domu v Darmstadtu. Podle TNI se hodnotí i dotační program Nová zelená úsporám.

Mezi systémy jsou rozdíly. TNI, počítá se standardními klimatickými podmínkami, paušálním započtením vnitřních zisků, výměnou vzduchu podle počtu osob a započtením tepelných mostů a vazeb formou přírážek. Hodnocení podle PHPP je mnohem přesnější, počítá s místními klimatickými daty a přesnými vstupy. V budoucnu se dotační programy zřejmě budou posuzovat podle TNI a PHPP bude využita na skutečné hodnocení domu v konkrétní lokalitě. (Hudec et al., 2013)

4.2 Volba pozemku, umístění budovy

Důležitá je poloha stavebního pozemku, abychom získali dostatek slunečního záření a tím minimalizovali vytápění. Ideálně by měl umožňovat nestíněné umístění domu a otočení hlavní fasády s největší prosklenou plochou od jihovýchodu přes jihozápad. Vybíráme takový pozemek, který není ničím zastíněný a v budoucnu nehrozí, že by zarostl vysokou vegetací nebo novou výstavbou. V případě zastínění stromy se nabízí možnost využít přítomnosti opadavých stromů ke stínění jižní fasády v létě, v zimním období opadání listů umožňuje její oslunění. Nejmenší plocha oken by měla být kvůli tepelným ztrátám na severní straně. V případě řadové zástavby umístění pozemku ovlivnit nemůžeme. Musí se prověřit stínění ostatními budovami a navrhnout optimální prosklení jednotlivých fasád. Klimatické podmínky mohou také ovlivnit celkovou energetickou bilanci domu a je třeba na ně brát při plánování zřetel. (Badescu and Sicre, 2003)

Při volbě pozemku hrají roli i jiné faktory, než jen energetické úspory. Přístupnost pozemku se může negativně odrazit na provozních nákladech. Pokud bude ležet daleko od

školy, práce, veřejné dopravy, společenského vyžití a obyvatelé domu budou nuceni dojíždět například vlastním autem, negativně se to projeví na provozních nákladech a stejně tak na emisích CO₂ vypouštěných do ovzduší. (Stephan et al., 2013)

4.3 Tvar a půdorys budovy

Již při navrhování tvaru budovy se rozhoduje, jak bude energeticky náročná. K tomuto hodnocení se používá geometrická charakteristika budovy A/V, u pasivních rodinných domů by neměla být více než 0,7. Ideální je celistvý tvar s přímými liniemi, nejlépe kvádr s co nejmeně výstupky, jako jsou vikýře a výklenky, protože se jimi zvětšuje ochlazovaná plocha. Půdorysná plocha by měla být v rozmezí 120-140m². Z hlediska kompaktnosti je výhodnější vícepatrový dům než rozlehlější jednopodlažní dům. EPD samozřejmě mohou mít sklepy, ale je s tím spojena řada komplikací. Je to finančně náročnější, musí se oddělit konstrukce s vyloučením tepelných mostů a vstup do sklepa navrhnout nejlépe zvenčí nebo mimo vytápěnou část domu. (Hudec et al., 2013)

Již půdorys by měl být navrhnutý tak, aby obytné místnosti byly orientovány na jih a vedlejší na sever. Vždy to ale nemusí být koncepčně možné.

Pasivního standardu lze daleko snadněji docílit u bytových domů než u rodinných, které jsou menší a je u nich například více ochlazovaných ploch a různých vystupujících prvků. (Pregizer, 2009)

4.4 Dispoziční řešení

Pro EPD je třeba navrhnout dispoziční řešení půdorysu podle teplotních zón. Díky nim se vytvoří přirozený teplotní spád od místností s dostatkem tepla ze slunečního záření k místnostem, kam ho dopadá méně. U rodinných EPD na jižní stranu umístíme nejpoužívanější místnosti, v potaz bereme denní dobu jejich využívání. V ložnici je nejvíce slunce potřeba ráno, proto se umísťují na severovýchodní až jihovýchodní stranu, oproti tomu v obývacím pokoji jsou největší požadavky na světlo odpoledne až večer, tato místnost proto bývá umístěna na jižní až západní stranu. Na severní straně jsou umístěny místnosti s menší frekvencí využívání či malými nároky na světlo jako je spižírna, šatna nebo sociální zařízení. Mezi tyto dvě zóny by měly být umístěny chodby a schodiště. (Badescu and Sicre, 2003) Mimo vytápěné prostory k severní straně se umísťuje garáž, prostor pro ukládání kol či místnost pro skladování náradí. Tyto nevytápěné prostory musí být až za obvodovým pláštěm budovy a mít vlastní vchod venku.

Požadavky na administrativní budovy jsou jiné. Okna musí být správně dimenzovaná, aby v létě nedocházelo k přehřívání, které by bylo nutné kompenzovat aktivním chlazením. Okna v kancelářích, která jsou využívány celý den, mají být především pro účely denního světla. Technické a výpočetní zařízení je vhodné umístit na severní stranu, aby se vlivem nadměrného slunečního záření nepřehřívalo. (Pregizer, 2009)

5. Základní stavební prvky

Aby dům nepřekročil roční měrnou potřebu tepla ve výši $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ musí být dodrženy jisté stavební zásady. (Badescu and Sicre, 2003)

5.1 Tepelná izolace obvodového pláště budovy

Celá obálka budovy musí být silně zaizolována, aby se minimalizovaly tepelné ztráty. Měřítkem, jež charakterizuje míru izolovanosti, je součinitel prostupu tepla U . Měří se u obvodových stěn, stropů, střechy a případných sklepních prostorů.

Tloušťka tepelné izolace je především daná tím, jakou má materiál tepelnou vodivost. Platí, že čím menší tepelná vodivost je, tím méně tepla uniká přes danou tepelnou izolaci a potřebná tloušťka izolace je menší. (Badescu and Sicre, 2003)

Tab. 2: Hodnoty součinitele prostupu tepla u jednotlivých konstrukcí

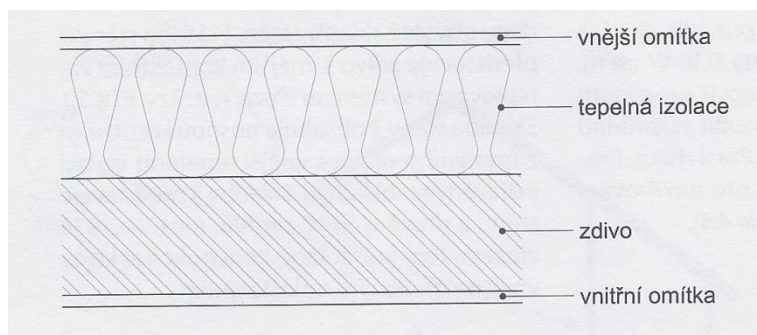
Typ konstrukce	Požadovaná hodnota U pro pasivní domy $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
Obvodová stěna	0,10 – 0,15
Střecha	0,08 - 0,12
Podlaha na terénu	0,12 – 0,15
Okna	0,8

Zdroj: PREGIZER, Dieter, 2009. Technické a dispoziční řešení.

5.1.1 Obvodové stěny

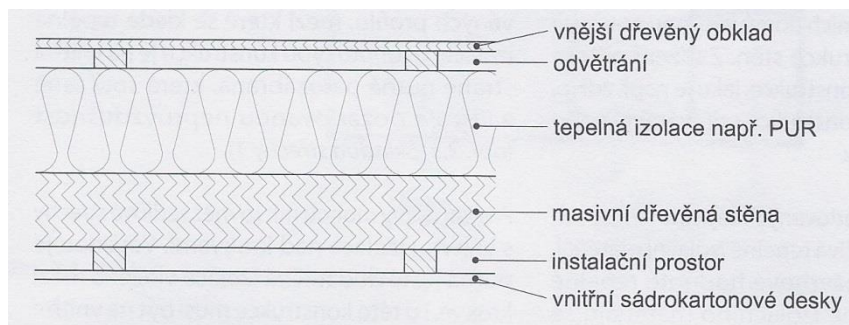
Limit pro obvodové stěny u EPD je $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ale zpravidla je snaha dosáhnout $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Kdybychom použili běžné masivní materiály, dosáhli bychom požadavku jen při neúnosné šířce stěny. Z tohoto důvodu se používá u EPD vícevrstevná konstrukce stěn.

Nejpoužívanější tepelnou izolací u obvodových zdí je polystyrén a minerální vata. Oba materiály mají stejnou obvyklou tepelnou vodivost $0,035 - 0,045 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Abychom docílili u obvodové zdi tepelné vodivosti $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, je potřeba tloušťka izolace mezi 34 a 40 cm. (Pregizer, 2009)



Zdroj: PREGIZER, Dieter, 2009. Zásady pro stavbu pasivního domu, s. 16.

Obr. 5.1: Příklad skladby obvodových stěn u EPD - zdivo se zateplovacím systémem (vodorovný řez)



Zdroj: PREGIZER, Dieter, 2009. Zásady pro stavbu pasivního domu, s. 16.

Obr. 5.2: Příklad skladby obvodových stěn u EPD - masivní dřevěná obvodová stěna s vnější izolací a dřevěným obkladem

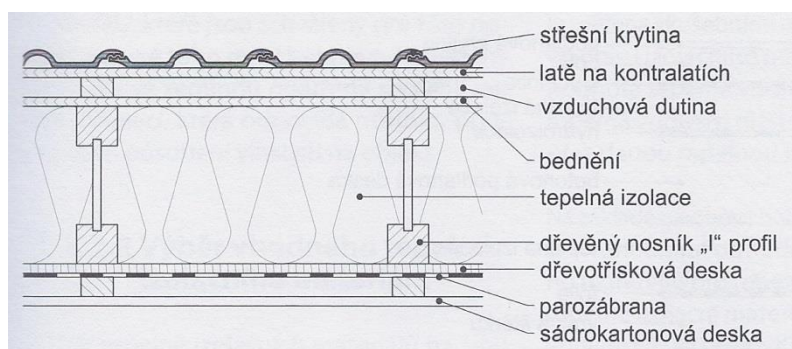
5.1.2 Střecha

U střechy je požadovaný limit prostupu tepla U v rozmezí $0,08 - 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
(Pregizer, 2009)

Již ve fázi návrhu si musíme rozmyslet, jak hodláme využívat podkroví. Podle toho budeme izolovat buď střechu, nebo strop nejvyššího podlaží. Pokud má být podkroví využito pouze jako odkládací prostor, je zbytečné ho vytápět a zateplí se strop nejvyššího patra budovy. Tím se zároveň dosáhne menší ochlazované plochy pláště a klesne potřeba energie.

Je několik možností konstrukce střechy a jejího zateplení. Příkladem je střešní konstrukce s nosníky z dřevěných profilů. Mezi tyto dřevěné nosníky se klade tepelná izolace a na vnitřní straně nosníků je nutná parozábrana, která zajišťuje neprůvzdušnost. U sedlovité střechy se klade vrstva izolace nad a mezi krokve a na vnitřní stranu krokví se dává parozábrana. U plochých a pultových střech se provádí tzv. jednoplášťová střecha. Ta se

skládá zdola nahoru z vnitřního obkladu stropu, betonového či dřevěného stropu, tepelné izolace, mikroventilační hydroizolační vrstvy, hydroizolace a střešní krytiny.(Kuzman et al., 2013)



Zdroj: PREGIZER, Dieter, 2009. Zásady pro stavbu pasivního domu, s. 17.

Obr. 5.3: Příklad skladby střechy EPD, která je ze dřevěných profilů s tepelnou izolací (svislý řez)

5.1.3 Podlahová deska

Část tepelné izolace je žádoucí dát i pod podlahovou desku, která přímo leží přímo na terénu. Požadovaný limit U je u podlahové desky je v rozmezí $0,12 - 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

(Pregizer, 2009)

5.1.4 Okna

Prostřednictvím oken v EPD je využívána solární energie. Obecně se doporučuje, že by měla zasklená plocha na jižní straně představovat maximálně 40% plochy zdi domu. Důvodem je, zabránit v letních měsících přehřívání interiéru a v zimě k velkým únikům tepla. Přehřívání můžeme zabránit např. stínícími horizontálními prvky na jižní fasádě, venkovními žaluziemi, roletami nebo přesahem střechy. Pokud je velikost oken správně vyprojektovaná, tak se v našich klimatických podmínkách dokážeme obejít i bez chladících prvků. (Kuzman et al., 2013)

Konstrukce oken se skládá z rámů, zasklení a případných schránek na rolety. Požadovaný limit U u celého okenního systému nesmí přesáhnou $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. (Preizer, 2009)

Okenní rámy

Ztráty tepla prostřednictvím obyčejných okenních rámů jsou velké. U NED se sice obyčejné rámy používají, ale u EPD vhodné nejsou. Alternativ je několik, například plastové rámy, které v sobě mají zabudovanou izolaci v dutinách nebo dřevěná

okna, jejichž jádro je z tepelné izolace. Další možností je zabudování rámu do konstrukce, kde jsou chráněny před úniky tepla izolací fasády. (Kuzman et al., 2013)

Zasklení

Musí se zvolit kompromis mezi součinitelem prostupu tepla a energetické propustnosti slunečního záření. Vhodné prosklení pro EPD by mělo mít U v rozmezí $0,5 - 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a stupeň celkové energetické propustnosti slunečního záření nejméně $0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Na zasklení se používají tzv. izolační trojskla. Skla na sobě mají vrstvu tepelně izolačního pokovení, které snižuje sálání tepla okenními tabulemi. Prostor mezi skly je vyplněn inertním plynem, jenž omezuje tepelné ztráty způsobené vedením tepla. V rámu musí být plastový distanční rámeček, aby nedocházelo k tepelným ztrátám. Nevýhodou trojskel může být jejich zbarvení, které zcela neodpovídá barevné věrnosti. (Pregizer, 2009)

5.1.5 Tepelný most

Tepelným mostem rozumíme místo konstrukce, ve kterém dochází ke zvýšenému tepelnému toku směrem ven. Vzniká oslabením tepelné izolace. V tomto místě může dojít ke snížení teploty pod hranici kondenzace a následnému poškození stavební konstrukce vlhkostí. Tepelné mosty vznikají čtyřmi způsoby i jejich vzájemnou kombinací. Příčinou je nevhodný tvar stavebního dílu, použití materiálů s rozdílnou tepelnou vodivostí, nedostatečná izolace pláště budovy nebo místním teplotním rozdílem. EPD jsou projektovány tak, aby neobsahovaly tepelné mosty nebo aby jich bylo minimum. (Pregizer, 2009)

5.2 Koncepce neprůvzdušnosti

Aby byly tepelné ztráty EPD co nejmenší, je důležité, aby byl plášť budovy neprůvzdušný. Pro docílení vzduchotěsnosti se používá neprůvzdušná vrstva, která musí pokrývat celou plochu bez mezer. Pokud vznikne ve vzduchotěsné vrstvě otvor, pak může kvůli rozdílnému tlaku na obou stranách vrstvy pronikat teplý vzduch z vnitřku místnosti do konstrukce. Následně je vzduch ochlazen a dojde ke kondenzaci par a promáčení stavební konstrukce, což může způsobit růst plísní a rychlejší chátrání domu.

U masivních zděných konstrukcí se používá omítka nanesená po celé ploše konstrukce bez mezer. Betonové konstrukce ani omítku nepotřebují. U střechy a konstrukcí z lehčích stavebních hmot se používá parobrzdění či parozábrana. Je to folie pokrývající celý povrch připojená na okolní konstrukci. Ve folii nesmí být prostupy, okraje musí být svařeny nebo slepeny. U dřevostaveb plní funkci vzduchotěsníci vrstvy například desky z lisovaných štěpek

nebo folie. Dřevěné konstrukce nesmí prostupovat neprůvzdušnou vrstvou, protože mezi těmito dvěma materiály nelze zajistit trvalou těsnost. Vnější plochy s vláknitými deskami z měkkých vláken a lehkými deskami z dřevité vlny musí být také zabezpečeny vzduchotěsnou vrstvou. Na utěsnění mezer okolo oken se používají lepicí pásy nebo speciální folie. (Pregizer, 2009)

5.2.1 Blower – Door – Test

Ke kontrole vzduchotěsnosti u EPD se musí provést měření výměny vzduchu pomocí testu s ventilátorem tzv. Blower- Door-Testu. Ten se provádí ve chvíli, kdy je neprůvzdušná vrstva dokončena, ale ještě není zakryta a jsou osazeny všechny dveře a okna. Může také odhalit netěsnosti stavební konstrukce. (Pregizer, 2009)

Měřicí přístroj je pomocí vypínacího rámu instalován do otvoru vstupních dveří nebo okna. Ventilátor udělá v budově podtlak nebo přetlak a měří se množství vzduchu, jež jím projde. Tím se zjistí, kolikrát za hodinu se vymění vzduch v budově. Měření je vztaženo k tlakovému rozdílu 50 Pascalů mezi vnitřním a vnějším prostředím. Výměna vzduchu se označuje jako hodnota n_{50} , ta u EPD nesmí překročit povinnou hodnotu $0,6 \text{ h}^{-1}$. To znamená, že při stejném tlakovém rozdílu 50 Pa by se netěsnostmi nemělo za hodinu vyměnit více než 60 % celého objemu vzduchu v objektu. (Stephan et al., 2013)

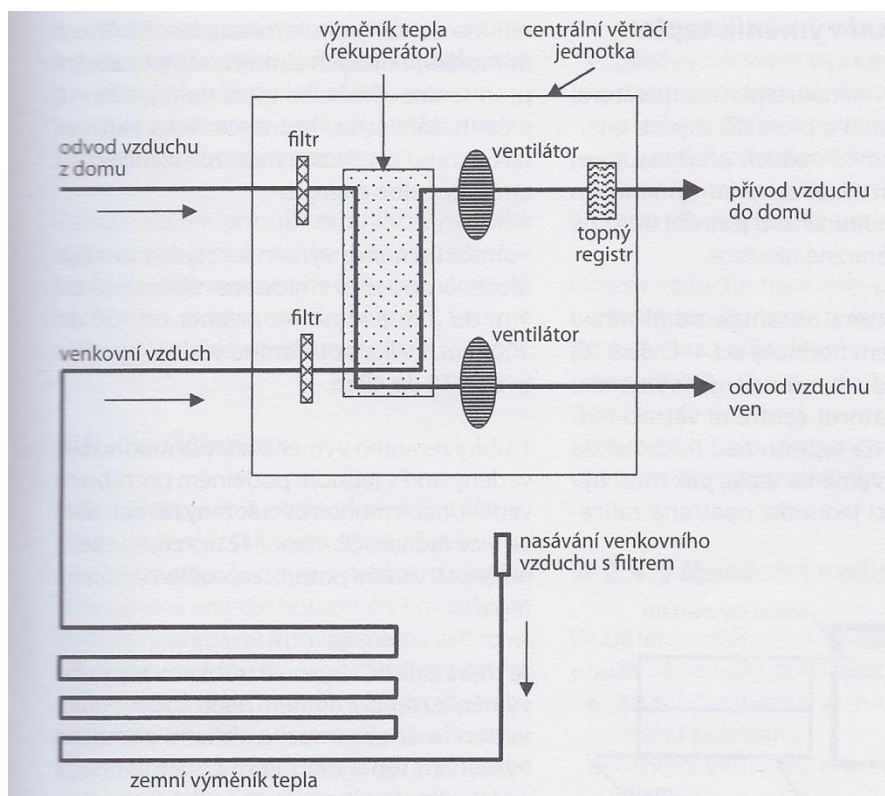
5.3 Větrací systém se zpětným získáváním tepla

Větráním se do domu přivádí čerstvý vzduch a odvádějí se škodliviny jako je CO_2 , pachy, pára a současně se odvádí i teplo. Aby se do EPD dostal čerstvý vzduch, ale zabránilo se zbytečným únikům tepla, instaluje se mechanické větrání se zpětným získáváním tepla tzv. rekuperací. (Feist et al., 2005)

5.3.1 Princip větracího zařízení s rekuperací

Kontrolované množství venkovního vzduchu je přivedeno přes filtr k centrální větrací jednotce. Současně je odsáván použitý vzduch z domu a je přiveden také přes filtr k centrální větrací jednotce. V centrální větrací jednotce je tzv. výměník tepla, který odebere ze vzduchu z domu tepelnou energii a přenesení jí do přiváděného venkovního vzduchu. Oba směry přiváděného a odváděného vzduchu jsou odděleny, aby nedošlo k jejich smíchání a přenosu pachů či škodlivin. Ohřátý venkovní vzduch je dále přiveden do obytných místností. Použitý vzduch, který prošel výměníkem a byl ochlazen je vypouštěn ven. V našich podmínkách, klesá v průběhu roku teplota vzduchu pod 0°C , hrozí proto, že by ve výměníku mohla kondenzovat pára a vznikat voda, která by mohla zamrznout. Proto se ještě před centrální

větrací jednotku umísťuje zemní výměník tepla nebo zařízení na ochranu proti mrazu, které vzduch ohřeje. (Pregizer, 2009)



Zdroj: PREGIZER, Dieter, 2009. Zásady pro stavbu pasivního domu, s. 37.

Obr. 5.4: Schéma principu větracího zařízení se zpětným získáváním tepla

Větrací rozvody musí být vedeny přímočaře a co nejkratší cestou, aby došlo k co nejmenší ztrátě tlaku uvnitř. Ztráta tlaku v potrubí musí být minimalizovaná, protože při poklesu tlaku roste spotřeba elektrické energie ventilátoru.

Centrální větrací jednotka i trubní vedení vydávají při svém provozu hluk, instaluje se proto akustický tlumič zvuku. Vývod vzduchu by zase mohl rušit sousedy.

Digestoře nesmějí být napojeny na větrací systém s rekuperací. Odpadní vzduch, který je z nich vypouštěn obsahuje tuky, které by mohly zničit rekuperátor. Digestoře musí být provedeny jako cirkulační s tukovým a uhlíkovým filtrem. (Feist et al., 2005)

5.3.2 Účinnost výměníku tepla

Výměník by měl odebrat nejméně 85% tepelné energie z odpadního vzduchu a předat ji vzduchu přiváděnému. Zároveň musí mít co nejmenší nároky na energii, neměla by být překročena hodnota 0,4W na metr krychlový upraveného vzduchu. (Pregizer, 2009)

5.3.3 Zemní výměník tepla

Zemními výměníky tepla je vzduch předeřhříván předtím, než vstoupí do centrální větrací jednotky, aby se zabránilo zamrznutí tepelného výměníku. Skládá se z potrubí, které je uloženo do země v nezámrazné hloubce 1-2 m. Ideální délka potrubí je 30-40 m o průměru 150-200 mm. Trubky od sebe musí být ve vzdálenosti minimálně 1m. Potrubí může být uloženo vedle domu nebo vede kolem celého domu. V zimě je vzduch ve výměníku ohříván, v létě naopak ochlazován, záleží na teplotě země. (Feist et al., 2005)

6. Zbytkové vytápění a příprava teplé vody

V EPD se nemusí téměř aktivně vytápět, má natolik nízké tepelné ztráty, že k vyhřátí místnosti o velikosti 15 m² postačí výkon zdroje přibližně 200W, což odpovídá dvěma stowattovým žárovkám. Místnosti vyhřívají domácí spotřebiče, lidé a jejich činnosti jsou též zdrojem tepla a okny dovnitř proudí sluneční energie. Při mrazech se ale ani EPD neobejde bez vytápění. (Hazucha, 2013). V celoroční bilanci se více energie spotřebuje na ohřev vody než na vytápění. (Pregizer, 2009)

6.1 Vhodné zdroje energie pro pasivní domy

Vzhledem k tomu, že se EPD snaží být šetrný k životnímu prostředí, je ideálním řešením vybrat zdroj z obnovitelných zdrojů. Velkým plusem je možnost dotace od státních organizací na pořízení. Nejde jednoznačně říct, který je nejvýhodnější. Roli hraje několik faktorů, jako je cena paliva, pořízení zdroje a případné dotace. (Pregizer, 2009)

Používat pouze jeden zdroj energie není výhodné. Kombinace zdrojů je sice finančně náročnější, ale může pokrýt spotřebu energie celého domu. Vhodná kombinace nám umožní optimálně využívat dobré vlastnosti každého systému. Například kotel s biomasou je vhodné zkombinovat s ohřevem vody solárními kolektory. Solární kolektory zajistí ohřev teplé vody v létě, kotel na biomasu se postará o vytápění a ohřev vody v době, kdy nejsou takové zisky sluneční energie. Při použití solárních systémů musíme myslet na situaci, že slunce nebude svítit. Je možná i kombinace obnovitelných i neobnovitelných zdrojů. (Ochs et al., 2014)

6.1.1 Elektřina

Nejjednodušším způsobem vytápění je elektrický přímotop a na ohřev vody elektrický bojler. U elektrického vytápění jsou nejnižší pořizovací náklady za cenu vyšších provozních nákladů. Nespornou výhodou je komfort a snadná regulovatelnost. Vývoj cen elektřiny je nejistý, ačkoli v posledních letech cena klesá. Nevýhodou je její výroba z neobnovitelných zdrojů, výhodou je přemístění emisí mimo město. (Hazucha, 2013)

6.1.2 Plynový kotel se zásobníkem tepla

Topení a ohřev vody plynem je stejně pohodlné jako elektřinou, rozvody ale nejsou všude. Výhodou je cena a snadná regulace. Kotle jsou složitější a dražší než u elektřiny, je nutnost odvádět zplodiny, tvoří se emise. Jako zdroj tepla pro ohřev vody slouží stacionární nebo závěsné kotle. (Hazucha, 2013)

6.1.3 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo je ekologickým zdrojem energie. Dokáže odnímat teplo z okolního prostředí a využívat ho na ohřev vody nebo vytápění vzduchu v létě dokonce i jako klimatizaci. Je, několik druhů čerpadel podle toho z čeho energií získávají a do čeho ji ukládají, například TČ vzduch/voda, země/voda nebo voda/voda. TČ funguje na principu čtyř základních okruhů, jsou jimi výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané venkovní prostředí předá ve výparníku teplo chladicí kapalině, která se při relativně nízké teplotě odpaří. Chladivo v plynném stavu je stlačeno kompresorem a poté vpuštěno do kondenzátoru, v něm odevzdá své skupenské teplo. Cyklus se uzavírá v expanzním ventilu, tam je chladivo vráceno do původního stavu. Výhodou TČ je automatická obsluha a nízké provozní náklady, nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady. (Badescu, 2007)

6.1.4 Kotel na biomasu

Další možností vytápění EPD je kotel na biomasu. Biomasa patří mezi obnovitelné zdroje energie. Při jejím spalování se tvoří emise CO₂, ten je však do těl rostlin během jejich života zabudováván. Za biomasu se považuje dřevo, kůra, štěpka, dále brikety a pelety z energetických rostlin pěstovaných pro tento účel.

Kotle musí být nezávislé na vzduchu v místnosti a neprodyšně uzavřené kvůli spalinám. Vzduch je přiváděn přívodním potrubím s klapkou, spaliny jsou odváděny zase jiným potrubím. Kotle na dřevo potřebují komín, ten může vést uvnitř budovy nebo mimo izolovaný plášť, musí být vůči budově vzduchotěsně uzavřen. Jsou kladeny větší nároky na uskladnění materiálu. Výhodou biomasy je její nízká cena. (Georges et al., 2014)

Ohřev vody

Pokud chceme používat biomasu i na ohřev teplé vody, zdroje spojíme s akumulačními nádržemi. Nádrže musí mít alespoň 50l na 1kW výkonu zdroje, aby dosáhly větší účinnosti a měly delší životnost. (Pregizer, 2009)

Není výjimkou, že v EPD je krb či pec vytápěná dřevem, ta může fungovat zároveň i jako plotna na vaření. (Berkovic-Šubic et al, 2014)

6.1.5 Solární systémy

Zdrojem pro solární systémy je sluneční energie, jedná se o obnovitelný zdroj. Ta se dá v především v letních měsících využít pro ohřev vody a díky fotovoltaickým článkům pro výrobu elektřiny. Výhodou je nezávislost na cenách energií. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena a nestálost zdroje během dne a roku. Solární energie dosahuje největších a nejstálejších

zisků v oblastech, kde intenzivně svítí slunce většinu roku. V našich zeměpisných šířkách tak velká ziskovost solární energie není, ale přesto má smysl si k EPD solární panely pořídit. (Pregizer, 2009)

Solární kolektory

V letních měsících může být pokryto až 100% spotřeby teplé vody solárními kolektory. Během roku v závislosti na míře slunečního záření toto číslo klesá a kolektory dokáží ohřát například jen 50% požadovaného množství vody.

Tepelná energie ze solárních kolektorů se ukládá v izolovaném zásobníku vody. Jeho objem by měl být dimenzován v rozmezí 70-100 litrů pro jednu osobu. (Pregizer, 2009)

Orientace solárních kolektorů

Před instalací je třeba zjistit, jestli máme pro solární kolektory vhodné místo. Ideální orientace je mezi jihovýchodem a jihozápadem. Pokud uvažujeme pouze letní období, tak mají solární kolektory největší účinnost při sklonu 30°. Samozřejmě mohou být nastaveny celoročně stejně na optimální provoz. Plocha pro instalaci nesmí být zastíněná. Na jednoho obyvatele uvažujeme plochu 1,5 m². (Pregizer, 2009)

Druhy solárních kolektorů

Trubicové vakuové kolektory mají vyšší stupeň účinnosti než ploché kolektory. Skládají se ze skleněných trubek, uvnitř kterých je absorbér s trubičkou obklopenou vakuem, což minimalizuje tepelné ztráty. Dokáží vyrábět tepelnou energii i při slabém slunečním záření.

Druhým typem je plochý kolektor, který se skládá z tepelně izolovaného vnějšího pláště s prosklenou horní stěnou. Uvnitř je absorbér, k němuž jsou připevněny tenké trubky, které absorbují solární záření a předají ho tekutině, která transportuje teplo. (Pregizer, 2009)

Solární výroba elektrické energie

Solární energii lze přeměňovat nejen na teplo, ale díky fotovoltaickým článkům i na elektrickou energii. U EPD může značnou část potřeby energie pokrýt právě fotovoltaika. Instalace fotovoltaických panelů může udělat z EPD v celoroční bilanci energie i dům nulový nebo dům s energetickým přebytkem. (Hazucha, 2013)

Druhy fotovoltaických panelů

Panely se skládají z fotovoltaických článků. Nejrozšířenější jsou krystalické panely vyrobené z krystalického křemíku, méně rozšířené jsou tenkovrstvé, vyráběné odlišnými

technologiemi. Krystalické panely dosahují vyšší účinnosti, běžně je to okolo 15%, ty vysoce kvalitní i 20%.

Nevýhodou solárních panelů je, že nejsme schopni vyrobenou elektrickou energii spotřebovat právě během dne. energii buďto hned využijeme, nebo ji můžeme prodat do sítě či využít tzv. ostrovního systému. Při volbě přímého prodeje do distribuční soustavy je elektřina odváděna do sítě a dle údajů z elektroměru vyplacená částka. Ze sítě si následně bereme elektrickou energii dle své potřeby. Prodej elektřiny vyrobené solárními panely je zvýhodněný, stanoveny jsou pevné výkupní ceny s garancí 20 let. (Pregizer, 2009)

Ostrovní systém

Ostrovní systém je zařízení bez připojení k síti, které dokáže uchovávat získanou solární energii akumulátory. Tento systém je velmi nákladný, běžně se nepoužívá. Hodí se především na budovy bez přípojky na veřejnou elektrickou síť, jako jsou víkendové domy či chaty. (Pregizer, 2009)

7. Podpůrné programy

7.1 Zelená úsporám, obecné informace

V různých zemích vznikaly programy na podporu výstavby energeticky úsporných domů, rekonstrukci stávajících a pořízení zdrojů na vytápění s využitím energie z obnovitelných zdrojů. V ČR vznikl takový program v roce 2009. Zelená úsporám je program Ministerstva životního prostředí, který spravuje Státní fond životního prostředí a poskytuje dotace. Ty jsou především poskytovány na zateplování domů a budov, ekologické vytápění, pasivní domy, je možné získat i dotační bonus při více úpravách. Program a jeho základní postupy poskytování podpory upravuje směrnice Ministerstva životního prostředí č. 9/2009, směrnici upřesňují přílohy. Program byl rozšířen i o podporu energie v budovách veřejného sektoru. Žádost o poskytnutí podpory se podává výhradně elektronicky prostřednictvím online formuláře žádosti dostupného na webových stránkách programu. (Popis programu, 2013)

7.1.1 Cíle programu

Projekt by měl mít pozitivní dopady na českou ekonomiku a to jak na státní rozpočet, tak na podnikatelskou sféru v oblasti stavebnictví, strojírenství a dalších souvisejících oborech. (Ministr Tomáš Chalupa, 2013)

Konkrétní cíle a očekávané účinky: vytvoření nových pracovních míst, snížení energetické závislosti české ekonomiky a pokles čerpání paliv na vytápění a ohřev vody z našich zdrojů. Zlepšení podmínek bydlení, správné zateplení, příznivější mikroklima v domě což napomůže k lepšímu zdravotnímu stavu jeho obyvatel. Úspora peněz na vytápění, pokles nákladů domácnosti. Redukce emisí oxidu uhličitého, jež jsou vypouštěny do ovzduší spalováním fosilních paliv. Pokles znečištění prachovými částicemi, které jsou emitovány spalováním fosilních paliv. Zvýšení výroby tepla z obnovitelných zdrojů. (Státní fond ŽP, 2013)

7.1.2 Řídící orgány

Ministerstvo životního prostředí stanovuje podmínky programu, uzavírá podmínky prodeje emisních jednotek. Řídící výbor se stará o průběh a dosažení cílů, které byly vytyčeny. Monitorovací výbor dohlíží nad účinností a kvalitou provádění projektu. Rada Státního fondu životního prostředí doporučuje žádosti ministrovi ke schválení. Státní fond

životního prostředí stanovuje podmínky, jaké mají mít žádosti, vyplácí dotace a realizuje kontroly. (Směrnice, 2009)

7.1.3 Legislativa

Program Zelená úsporám o poskytování finančních prostředků obytným budovám (rodinným a obytným domům), ze státního fondu životního prostředí ČR, definuje směrnice MŽP č. 9/2009 a její přílohy. Podpora je směřována do oblasti úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. A to pouze na území ČR. Dotace do veřejných budov upravuje směrnice MŽP č.7/2010. (Směrnice, 2009)

Směrnice obsahuje dvě přílohy. Příloha I – podrobně upravuje postup poskytování podpory, výši dotací a požadavky programu. Příloha II – upravuje poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí ČR v rámci programu zelená úsporám na realizaci opatření z Technické asistence programu. Technickou asistencí rozumíme např. propagaci programu nebo dotace na projekt. (Grygera a Kupčková, 2010)

Díky směrnici Evropské unie 2010/31/EC o energetické náročnosti budov je od 1.1.2013 účinná prováděcí vyhláška k zákonu zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Zákon upravuje a stanovuje opatření pro hospodárnější využití energií, především stanoví požadavky na energetickou náročnost budov. Tato vyhláška upravuje Novou zelenou úsporám a dle kritérií v ní jsou přidělovány dotace. (Urban and Kabele, 2013)

7.1.4 Financování

Finanční prostředky ČR získala zejména prodejem emisních jednotek AAU, Kjótského protokolu o snižování emisí skleníkových plynů. Emisní jednotky AAU byly prodány do Španělska, Rakouska, Světové bance a japonským organizacím. Další peníze byly vybrány díky registračním poplatkům z vozidel. Pozitivní věcí je, že program není financován daňovými poplatníky. (Státní fond ŽP, 2013)

7.1.5 Co je nutné předložit

Kdo žádá o dotaci, musí předložit projektovou dokumentaci, projekt a odborný posudek. To vše musí být vypracováno lidmi znalými stavebního oboru s certifikací.

7.1.6 Přehled oblastí podpory

A. Snižování energetické náročnosti stávajících budov rodinných domů

B. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností má dvě podoblasti s jinými nároky. (Pouze nová výstavba pasivních domů. Podpora prvků obsažených v oddílech A a C je již v B zahrnuta a není proto možné čerpat podpory A a C zároveň s čerpáním podpory B.)

B₁ - Dům s velmi nízkou energetickou náročností

B₂ - Dům s velmi nízkou energetickou náročností s důrazem na použití obnovitelných zdrojů energie

B₃ - Podpora na zpracování odborného posudku, projektové dokumentace, energetické hodnocení a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy

C. využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody

D. Podpora na přípravu a realizaci podporovaných opatření

D₃. Zpracování odborného posudku a měření průvzdušnosti obálky budovy pro oblast podpory B

E. Bonus za kombinaci vybraných opatření se nevztahuje na jakoukoli kombinaci s B

(Státní fond ŽP, 2013)

7.1.7 Požadavky na podporu výstavby v oblasti B

Konkrétní požadavky na domy upravuje TNI 73 0329.

Tab. 3: Požadované parametry pro dotaci na podoblast B₁ a B₂

Sledovaný parametr	Označení [Jednotky]	Podoblast podpory B ₁	Podoblast podpory B ₂
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	[kWh/(m ² .a)]	≤ 20	≤ 15
Roční měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/(m ² .a)]	≤ 90	≤ 60
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí	U [W/(m ² .K)]	≤ U _{pas}	≤ U _{pas}
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	U _{em} [W/(m ² .K)]	≤ 0,22	≤ 0,22
Průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby	n ₅₀ [1.h ⁻¹]	≤ 0,6	≤ 0,6
Povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	[-]	Ano	Ano

Zdroj: Státní fond životního prostředí ČR, Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory, 2015, s.12.

Roční měrná neobnovitelná primární energie

Roční měrná neobnovitelná primární energie je z hlediska hodnocení pasivních domů novým kritériem. Pro získání dotačního příspěvku pak tato hodnota musí být v oblasti podpory B₁ pod hranicí 90 kWh/(m².a), u oblasti podpory B₂ pod 60 kWh/(m².a). Aby tato kritéria byla splněna, musí se zvolit správný zdroj energie nebo jejich kombinace. Obecně lze říct, že solární kolektory na přípravu teplé vody nesnižují parametr neobnovitelné energie tak jako fotovoltaické panely, je to dáno především tím, že pro provoz solárních kolektorů je potřeba oběhových čerpadel na elektřinu, které zvyšují spotřebu neobnovitelné energie. Pasivní dům s kotlem na biomasu, který téměř beze zbytku pokrývá jeho potřebu na energii, nemá problém dosáhnout na podporu oblasti B₂. Aby domy s tepelnými čerpadly typu země/voda dosáhly na podporu B₂ je třeba zkombinovat je s dalším obnovitelným zdrojem, jako jsou křbová kamna s výměníkem, solárními kolektory nebo s fotovoltaickými panely. Tepelná čerpadla vzduch/voda je třeba pro získání dotace B₁ kombinovat s jinými zdroji. (Kotek et al., 2014)

7.2 První vlna programu Zelená úsporám

Dotace mohly být čerpány v období 4.2010 - 12.2012. O dotaci bylo možné požádat před realizací i po ní, ovšem ne před tím, než byl projekt oficiálně vyhlášen a to na bytové a rodinné domy. V Zelené úsporám bylo možné získat zvlášť dotaci na výstavbu pasivního domu a zvlášť na zdroj ekologického vytápění. Fixní částka pro rodinný dům v pasivním standardu s roční měrnou potřebou do 20 kWh/(m².a) byla 250 000 Kč a 150 000 Kč na byt v bytovém domě s roční měrnou potřebou tepla na vytápění do 15 kWh/(m².a). Další dotaci bylo možné získat na ekologické vytápění například: solární systém na ohřev vody a vytápění 35 000 Kč nebo kotel na biomasu 25 000 Kč. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014)

7.2.1 Výsledky

Celkem 75 863 žádostí bylo schválených ministrem, vyplaceno bylo na dotacích 17,568 mld. Kč. Celkem 542 žádostí se týkalo pasivních domů, z toho 530 rodinných domů a 12 nových bytových domů v pasivním standardu. Na rodinné pasivní domy bylo uvolněno 151 603 582 Kč a na bytové domy 59 752 100 Kč. Podařilo se redukovat emise CO₂ o 710 300t/ro. (Stav a zhodnocení, 2012)

7.3 Nová zelená úsporám 2013

Program navazoval na Zelenou úsporám. Žádosti byly přijímány od srpna 2013 až do konce roku 2014. Oproti předešlému programu se lišily výše dotací a požadavky. (Nová zelená úsporám, 2013) Dotace na nízkoenergetické budovy z oblasti B se nedaly kombinovat s dotací na ekologické vytápění a týkaly se pouze rodinných domů. Maximální výše dotace pro oblast B₁ byla 400 000 Kč, pro B₂ maximálně 550 000 Kč a na posudek 35 000 Kč. (Státní fond ŽP, 2014)

7.3.1 Výsledky

Ministrem bylo schváleno přibližně 74 000 žádostí, celkem bylo vyplaceno 20 290,76 mld. Kč. Na výstavbu v nízkoenergetickém standardu bylo registrováno 484 žádostí a vyplaceno 162,42 mil. Kč. (Státní fond ŽP, 2014)

Ekonomové vypočítali, že tento projekt od svého začátku v roce 2009 navázal přes 19 000 pracovních míst, polovina je ve stavebnictví, zbytek ve státní správě, podnikatelských službách, velkoobchodě a také ve finanční správě, jež vyřizuje úvěry. Nejvíce dotací bylo vydáno na zateplení rodinných domů. (Státní fond ŽP, 2014)

7.4 Nová zelená úspora 2014 – 2020

Příjem žádostí o dotaci byl zahájen 5.2015. Žádosti budou přijímány, dokud se nevyčerpají stanovené alokace, nejpozději do 10.2015. Nová zelená úsporám se opět týká poskytnutí podpory pro vlastníky bytových a rodinných domů na opatření ke snižování energetické náročnosti, výměnu neekologických zdrojů tepla na vytápění a na instalaci solárních termických systémů. U bytových domů se dotace týkají pouze oblasti A a jen na území hl.m. Prahy.

Maximální výše dotací pro oblast B₁ je 350 000 Kč, B₂ max. 500 000 Kč a na zpracování posudku a dokumentace je opět možné čerpat max. 35 000 Kč. (Státní fond ŽP, 2015)

7.5 CEPHUS

CEPHUS je zkratka pro Cost Efficient Passive Houses as European Standards, v českém překladu Cenově výhodné pasivní domy coby evropský standard. Jedná se o projekt, který proběhl v pěti evropských zemích. Bylo to Německu, Rakousku dále pak Švýcarsku, Švédsku a Francii. Probíhal od 1.1998 – 1.2001. (Schnieders and Hermelink, 2006)

V rámci projektu bylo postaveno kolem tisíce pasivních budov. Program měl pozitivní dopad na země, ve kterých proběh. Rozvinula se v nich povědomí o pasivních domech, založily se firmy vyrábějící požadované komponenty, dále ty které stavěly pasivní domy a projektanti a řemeslníci se naučili tomuto standartu. Jedním z účelů tohoto projektu bylo ukázat, že pasivní dům nemusí být luxusní záležitostí majetných lidí, ale že je to dostupný pro všechny. (CEPHUS, 2001)

7.6 Klima aktiv

Klima aktiv je rakouský národní program na ochranu životního prostředí, který propaguje mimo jiné pasivní a nízkoenergetické domy, poskytuje informace a poradenství. Iniciativa byla založena v roce 2004 rakouským ministerstvem životního prostředí a je součástí rakouské klimatologické strategie. (Sustainability is in, 2014)

7.8 Minergie-P

MINERGIE-P je Švýcarský národní standard pro pasivní domy. Požadavky jsou podobné jako u pasivních domů v Německu. Největší stavba, která byla certifikovaná dle Minergie-P v roce 2011, je koncertní sál ve Spreitenbachu. (MINERGIE-P, 2015)

Nápad na vznik se datuje k roku 1994, kdy si dva stavitele postavili nízkoenergetický dům a MINERGIE zapsali jako ochrannou známku. V roce 2001 byly publikovány další normy pro pasivní domy, které byly mnohem přísnější a zavedl se štítek MINERGIE-P. Je to jeden z mála certifikačních systémů, které berou v úvahu i nadmořskou výšku. (Ionescu et al., 2015)

7.9 Institut Veronika

Veronika je ekologický institut, který se snaží od roku 2000 o osvětu ochrany životního prostředí a pasivních domů. Jeho kořeny se datují až k roku 1986, jedná se o nevládní neziskové občanské sdružení zajišťující poradenství. Provozuje také Centrum Veronika v Hostětíně, kde v roce 2006 dostavěl první veřejný pasivní dům splňující standard. Za svou práci a publikace v rámci ochrany životního prostředí získal mnoho ocenění (Kdo je Ekologický, 2015).

7.10 Centrum pasivního domu

Centrum pasivního domu (CPD) je organizace, která vznikla za účelem osvěty a propagace standardů pasivních domů. Jedná se o občanské sdružení. CPD bylo založeno v roce 2005 a to jako jedna z prvních organizací, které se touto problematikou zabývaly. Tato

organizace se zaměřuje na vzdělávání investorů, stavebních expertů, odborných škol architektonických a stavebních forem. CPD se snaží, aby se zvýšila nabídka komponentů pro pasivní domy.

Webové stránky CPD obsahují databázi pasivních domů v ČR a to včetně jejich kompletních technických údajů a stavebních prvků, které byly použity. (O centru pasivního, 2013)

8. Vývojové trendy pasivních domů v ČR

Výstavba pasivních a nízkoenergetických domů v ČR zaznamenala v posledních letech velký nárůst. Každý rok je postaven přibližně dvojnásobek EPD a NED než ten předešlý. I přes tento trend se v ČR pohybuje počet EPD pouze ve stovkách, v Německu a Rakousku jsou to již desetitisíce. (Hudec et al., 2013)

Podíl na vzrůstající výstavbě má lepší informovanost a dotační projekty. Je více projektantů a stavitelů, kteří umí v pasivním standardu stavět. CPD sdružuje na svých stránkách 85 odborníků a firem, které mají prokazatelné zkušenosti s pasivními domy. (Adresář firem, 2014)

Evropská Unie je velkým propagátorem staveb s nízkou energetickou potřebou. Vyдалa směrnici 2010/31/EU, v níž je požadavek pro všechny členy, aby k roku 2020 stavěli budovy s téměř nulovou potřebou energie. Tím se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie hlavně na ohřev vody je pokryta z obnovitelných zdrojů. Konkrétní definici a číselnou úroveň si stanovil každý členský stát sám s přihlédnutím k místním podmínkám. (Mohamed et al., 2014) Budovy s téměř nulovou potřebou energie budou v ČR minimálně na energetické úrovni pasivních domů. Jsou možné výjimky a to v případech objektů, které jsou málo používané, jako jsou například chaty. Směrnici EU implementuje novela zákona č. 406/2000 Sb. Aby se docílilo tohoto požadavku, budou se kritéria na energetickou náročnost budov postupně zpřísnovat. (Urban and Kabele, 2013)

Velmi oblíbené se stávají pasivní domy z přírodních materiálů, především ze dřeva, které je vhodné jak pro konstrukce, tak pro izolace. Sníží se tím ekologická zátěž stavby při zachování tepelně technických parametrů a cena budovy. (Hudec et al., 2013)

9. Dotazníkový průzkum

Dotazníkový průzkum probíhal v rozmezí červen až červenec 2015. Sbírání dat probíhalo v terénu, respondenti byli pouze z okresu Klatovy. Byla snaha vybrat co nejširší spektrum respondentů. Vyplňování bylo anonymní. Dotazník obsahoval 9 uzavřených otázek, z toho dvě zjišťovaly věk a dosažené vzdělání. Celkem na něj odpovědělo 108 lidí.

Cílem dotazníku bylo ověřit informovanost veřejnosti o energeticky úsporných domech a jejich názor na ně. Zjistit jaké by byly jejich preference při výstavbě energeticky úsporného domu. Do jaké míry by pro ně bylo důležité ekologické hledisko. Zdali by měl podle nich stát finančně podporovat výstavbu pasivních a energeticky úsporných domů.

9.1 Výsledky

Z odpovědí na první otázku je patrné, že přibližně 60 % lidí zná nebo se alespoň někdy setkalo s termínem „pasivní dům“. Pouze této části vzorku se týkaly následující 3 otázky.

Více než 40% lidí se o EPD dozvědělo z internetu. Důležitost tohoto masmédia je tedy nezvratná. Přesto ale pouhých 29 % navštívilo stránky, které se EPD zabývají. Ukazuje to velký prostor pro zlepšení propagace těchto internetových stránek a tím zvýšení míry osvěty. Cena EPD by od výstavby odradila 46 % lidí.

Respondenti měli odpovědět, co by pro ně bylo motivací při výstavbě energeticky úsporného domu. Největší motivací pro výstavbu energeticky úsporného domu by byla finanční návratnost díky absenci topení. Ekologickému hledisku byla přiřazena malá důležitost, což vypovídá o nedostatečném povědomí o naléhavosti snižování emisí CO₂. Přidělení dotace není hlavním faktorem, který rozhoduje o výstavbě energeticky úsporného domu. Naprostá většina respondentů si myslí, že by stát měl finančně podporovat výstavbu energeticky úsporných domů.

Třetina dotazovaných o výstavbě energeticky úsporného (pasivního) domu již uvažovala, ale v dohledné době ji neplánuje. Přibližně 7 % respondentů stavbu energeticky úsporného (pasivního) domu vážně zvažuje a dokonce 5 % dotazovaných v takovém domě bydlí nebo jej staví. Výsledky ukazují, že polovina dotazovaných se nad výstavbou energeticky úsporných (pasivních) domů již zamýšlela.

Závěr

Tato práce rozebírá problematiku pasivního domu z několika hledisek. Začátek stručně nahlíží do historie, kde se čtenář seznámí s vývojem těchto domů od prvopočátků po současný stav. Následuje představení druhů energeticky úsporných budov od domů s přebytkem energie po dosud běžnou výstavbu. Po tomto seznámení s pojmem EPD práce popisuje důvody výstavby těchto budov. Často omílané finanční hledisko je velké části lidí známo. Každého člověka na planetě se ale také týká mnohem méně diskutované ekologické hledisko, kterému by se měl přikládat větší význam. Pokud se kdokoliv rozhodne ke stavbě EPD, měl by dodržovat zásady pro stavbu, jako je volba pozemku, umístění domu v rámci něj, tvar domu a další pravidla. Práce ukazuje základní stavební prvky EPD, zejména strukturu pláště budovy, podlah a střechy (popř. vrchního stropu), jejichž izolace je důležitá k dosažení pasivního standardu. Kromě toho také technické vybavení, které je nezbytné pro bydlení v tomto domě. Vedle řízeného větrání s rekuperací jsou to také zdroje energie vhodné především pro ohřev vody a zbytkové vytápění.

Po opuštění technické stránky stavby domu se práce věnuje informačním i dotačním programům pro podporu výstavby EPD. Díky podpůrným programům ve světě se zvýšilo povědomí a výstavba. V ČR funguje již několik let dotační program, který podporuje energetické úspory na domech a stavbu EPD. Díky němu se vystavělo mnoho stovek domů v pasivním standardu.

Za další významnou část práce lze považovat kapitolu věnující se vývojovým trendům. EPD se ve světě staví již dvě desetiletí, u nás je ještě před pár lety stavěly pouze nadšenci. Dnes se díky informačním a dotačním programům těší EPD stále větší popularitě. V souvislosti se směrnicí EU se ČR zavázala, že se od roku 2020 na našem území budou stavět pouze novostavby na energetické úrovni pasivního domu. Je to velký krok, který přispěje k úspoře energie po celé republice.

Na závěr práce je kapitola obsahující dotazníkový průzkum, který byl veden v okrese Klatovy. Průzkum ukázal, že více než polovina dotazovaných zná pojem „pasivní dům“ a dozvěděla se o něm především prostřednictvím internetu. Dalším zjištěním je, že polovina dotazovaných se nad výstavbou energeticky úsporného (pasivního) domu již zamýšlela. Hlavní motivací pro výstavbu by pro respondenty byla finanční úspora, ekologické hledisko většina staví do pozadí.

Seznam citované a použité literatury a internetových zdrojů

ARCHALOUS, Martin. Výroba elektřiny v ČR. [online]. 2010. [cit. 14.6.2015]. Dostupné z <http://www.nazeleno.cz/>

BADESCU, Viorel a Benoit SICRE. Renewable energy for passive house heating. *Energy and Buildings* [online]. 2003, **35**(11): 1077-1084 [cit. 25.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2003.10.001.

BADESCU, Viorel. Economic aspects of using ground thermal energy for passive house heating. *Renewable Energy* [online]. 2007, **32**(6): 895-903 [cit. 7.7.2015]. DOI: 10.1016/j.renene.2006.04.006.

BECHLÍK, Bronislav. Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti. [online]. 2011. [cit. 16.6.2015]. Dostupné z <http://oze.tzb-info.cz/>

BERKOVIĆ-ŠUBIĆ, Mihaela, Martina RAUCH, Damir DOVIĆ a Mladen ANDRASSY. Primary energy consumption of the dwelling with solar hot water system and biomass boiler. *Energy Conversion and Management* [online]. 2014, **87**: 1151-1161 [cit. 9.7.2015]. DOI: 10.1016/j.enconman.2014.03.063.

Cena dřevostavby. [online]. 2015. [cit. 30.7.2015]. Dostupné z <http://www.drevostavitel.cz/>

Cost Efficient Passive Houses as European Standards. [online]. 2001. [cit. 18.7.2015]. Dostupné z <http://www.cephus.de/>

Dotace na výstavbu rodinných domů. [online]. 2015. [cit. 10.7.2015]. Dostupné z <http://www.jaknazelenou.cz/>

Energetická krize v 70. letech a nyní. [online]. 2013. [cit. 8.6.2015]. Dostupné z <http://www.vitejtenazemi.cz/>

ESBENSEN, Torben V. a Vagn KORSGAARD. Dimensioning of the solar heating system in the zero energy house in Denmark. *Solar Energy* [online]. 1977, **19**(2): 195-199 [cit. 8.6.2015]. DOI: 10.1016/0038-092x(77)90058-5.

FEIST, Wolfgang, Jürgen SCHNIEDERS, Viktor DORER a Anne HAAS. Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept. *Energy and Buildings* [online]. 2005, **37**(11): 1186-1203 [cit. 7.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2005.06.020.

FEIST, Wolfgang. 15th Anniversary of the Darmstadt -Kranichstein Passive House. [online]. 2006. [cit. 12.6.2015]. Dostupné z <http://passiv.de>

GALVIN, Ray. Are passive houses economically viable? A reality-based, subjectivist approach to cost-benefit analyses. *Energy and Buildings* [online]. 2014, **80**: 149-157 [cit. 19.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.05.025.

GEORGES, L., C. MASSART, G. Van MOESEKE a A. De HERDE. Environmental and economic performance of heating systems for energy-efficient dwellings: Case of passive and low-energy single-family houses. *Energy Policy* [online]. 2012, **40**: 452-464 [cit. 9.7.2015]. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.10.037.

GEORGES, Laurent, Øyvind SKREIBERG a Vojislav NOVAKOVIC. On the proper integration of wood stoves in passive houses under cold climates. *Energy and Buildings* [online]. 2014, **72**: 87-95 [cit. 8.7.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.12.023.

GRYGERA, Filip a Alice KUPČEKOVÁ. Bydlete úsporně: jak investovat do energetických úspor a získat dotaci v programu Zelená úsporám. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 152 s. ISBN 978-80-251-2857-2.

HAZUCHA, Juraj. Úsporné zdroje energie. [online]. 2013. [cit. 2.7.2015]. Dostupné z <http://www.pasivnidomy.cz>

HOLLAN, Jan. Hlavní principy nízkoenergetické výstavby. [online]. 2001. [cit. 9.6.2015]. Dostupné z <http://www.veronica.cz>

HOLLAN, Jan. Pasivní dům II: zkušenosti z Rakouska a české začátky. 2., přeprac. a dopl. vyd. Brno: Veronica, 2008, 56 s. ISBN 978-80-904109-9-2.

HUDEC, Mojmír, Blanka JOHANISOVÁ a Tomáš MANSBART. Pasivní domy z přírodních materiálů. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 157 s. ISBN 978-80-247-4243-4. Integrovaný registr znečištění, Oxid uhličitý. [online]. [b.r.]. [cit. 20.6.2015]. Dostupné z <http://www.irz.cz/>

IONESCU, Constantin, Tudor BARACU, Gabriela-Elena VLAD, Horia NECULA a Adrian BADEA. The historical evolution of the energy efficient buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [online]. 2015, **49**: 243-253 [cit. 7.6.2015]. DOI: 10.1016/j.rser.2015.04.062.

Kdo je Ekologický institut Veronica. [online]. 2015. [cit. 18.7.2015]. Dostupné z <http://www.veronica.cz/>

KOTEK, Petr, Zdeněk ROČÁREK, František DUDA a Jan ANTONÍN. Příklady pasivních rodinných domů, které splnily podmínky programu NZÚ. [online]. 2014. [cit. 19.7.2015]. Dostupné z <http://stavba.tzb-info.cz/>

KUZMAN, Manja K., Petra GROŠELJ, Nadir AYRILMIS a Martina ZBAŠNIK-SENEGAČNIK. Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process. *Energy and Buildings* [online]. 2013, **64**: 258-263 [cit. 29.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.05.020.

MINERGIE-P. [online]. 2015. [cit. 18.7.2015]. Dostupné z <http://www.minergie.ch/>

Ministerstvo průmyslu a obchodu, Národní akční plán energetické účinnosti ČR. [online]. 2014. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <https://ec.europa.eu>

Ministr Tomáš Chalupa představil vládě ČR program Nová zelená úsporám. [online]. 2013. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

MOHAMED, Ayman, Ala HASAN a Kai SIRÉN. Fulfillment of net-zero energy building (NZEB) with four metrics in a single family house with different heating alternatives. *Applied Energy* [online]. 2014, **114**: 385-399 [cit. 14.6.2015]. DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.09.065.

MÜLLER, Liana a Thomas BERKER. Passive House at the crossroads: The past and the present of a voluntary standard that managed to bridge the energy efficiency gap. *Energy Policy* [online]. 2013, **60**: 586-593 [cit. 8.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.05.057.

Nová zelená úsporám 2013 startuje, má vlastní webové stránky. [online]. 2013. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

O centru pasivního domu. [online]. 2013. [cit. 18.7.2015]. Dostupné z <http://www.pasivnidomy.cz>

OCHS, Fabian, Georgios DERMENTZIS a Wolfgang FEIST. Minimization of the Residual Energy Demand of Multi-storey Passive Houses – Energetic and Economic Analysis of Solar Thermal and PV in Combination with a Heat Pump. *Energy Procedia* [online]. 2014, **48**: 1124-1133 [cit. 5.7.2015]. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.02.127.

Pasivní rodinné domy. [online]. 2015. [cit. 22.7.2015]. Dostupné z <http://www.euroline.cz/>

PERSSON, Johannes a Stefan GRÖNKVIST. Drivers for and barriers to low-energy buildings in Sweden. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2014 [cit. 8.6.2015]. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.09.094.

Popis programu. 2013. [online]. 2013. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

PREGIZER, Dieter. Zásady pro stavbu pasivního domu. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 126 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2431-7.

SCHNIEDERS, Jürgen a Andreas HERMELINK. CEPHEUS results: measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building. *Energy Policy* [online]. 2006, **34**(2): 151-171 [cit. 18.7.2015]. DOI: 10.1016/j.enpol.2004.08.049.

SCHNIEDERS, Jürgen, Wolfgang FEIST a Ludwig RONGEN. Passive Houses for different climate zones. *Energy and Buildings* [online]. 2015 [cit. 20.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.07.032.

Směrnice č. 9/2009. [online]. 2009. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

Státní fond životního prostředí České republiky, Výroční zpráva programu Zelená úsporám za rok 2012. [online]. 2013. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

Státní fond životního prostředí České republiky, Výroční zpráva programu Zelená úsporám za rok 2013, [online]. 2014. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

Státní fond životního prostředí České republiky, Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory. [online]. 2015. [cit. 16.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>

Státní fond životního prostředí ČR, Stav a zhodnocení programu Zelená úsporám.[online]. 2012. [cit. 30.6.2015]. Dostupné z www.zelenausporam.cz

STEPHAN, André, Robert H. CRAWFORD a Kristel de MYTTENAERE. A comprehensive assessment of the life cycle energy demand of passive houses. *Applied Energy* [online]. 2013, **112**: 23-34 [cit. 24.6.2015]. DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.05.076.

Sustainability is in demand! 2014. [online]. 2014. [cit. 12.6.2015]. Dostupné z <http://www.klimaaktiv.at/>

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 193 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2061-6.

Úplné znění Směrnice MŽP č. 9/2009 ve znění Dodatku č. 7. [online]. 2014. [cit. 15.7.2015]. Dostupné z <http://www.zelenausporam.cz/>.

URBAN, Miroslav a KABELE, Karel. Nové požadavky na hodnocení energetické náročnosti budov od 1. dubna 2013. [online]. 2013. [cit. 15.7.2015]. Dostupné z <http://www.tzb-info.cz/>

ZECCA, Antonio a Luca CHIARI. Fossil-fuel constraints on global warming. *Energy Policy* [online]. 2010, **38**(1): 1-3 [cit. 15.6.2015]. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.06.068.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Dotazník „Všeobecné povědomí o pasivních domech“.

Příloha č. 2: Znalost pojmu „pasivní dům“.

Příloha č. 3: Kde se respondenti o pasivních domech dozvěděli.

Příloha č. 4: Návštěvnost stránek informujících o pasivních domech.

Příloha č. 5: Postoj respondentů k ceně pasivního domu.

Příloha č. 6: Zhodnocení osobních preferencí pro výstavbu energeticky úsporného (pasivního) domu.

Příloha č. 7: Postoj respondentů k výstavbě energeticky úsporného (pasivního) domu.

Příloha č. 8: Názor respondentů na státní podporu energeticky úsporných (pasivních) domů?

Příloha č. 9: Věk respondentů.

Příloha č. 10: Nejvyšší dosažené vzdělání respondentů.